



Resultaat 4.2

Ontwikkelde modellenketen en praktijktoepassing van functionaliteit

Auteur: GO-e WP4 team

Datum: 28-3-2024

Versie: 1.0.

Dit project is uitgevoerd met Topsector Energie Subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, uitgevoerd door Rijksdienst voor ondernemend Nederland. De specifieke subsidie voor dit project betreft MOOI-subsidie ronde 2020.

Wijzigingenoverzicht

| Versie | Datum | Auteur(s) | Opmerkingen | Review |
|--------|-----------|-----------|--|---------------|
| 0.1 | 28-2-2024 | JSP | Iteratie 1: Aanvulling van functionele architectuur en lessen uit praktijktoepassing | JSP |
| 0.2 | 21-3-2024 | WP4 team | Invulling hoofdstukken en feedback | WP4 Team, JSP |
| 0.3 | 25-3-2024 | WP4 team | Toevoeging geleerde lessen regionale netbeheerders | WP4 Team |
| 1.0 | 28-3-2024 | WP4 team | Eindreview afgerond, publicatie gereed | WP4 Team |
| | | | | |

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| 1. Inleiding | 4 |
| Project | 4 |
| Resultaat 4.2 | 4 |
| Doel | 4 |
| Doelgroep | 4 |
| 1.1. Structuur | 4 |
| 2. Referenties | 5 |
| 3. Werking Modellenketen | 6 |
| Schematisch overzicht GO-e Modellenketen | 6 |
| Functionele beschrijving GO-e Modellenketen | 7 |
| 3.1. Brondata | 7 |
| 3.2. Groei- en Spreidingsmodellen | 8 |
| 3.3. LS-netrekenen zonder inzet van flexibiliteit | 8 |
| 3.4. LS-netrekenen met inzet van flexibiliteit | 9 |
| 4. Herzieningen en aanpassingen van technische architectuur GO-e Modellenketen | 10 |
| 4.1. Brondata | 10 |
| 4.2. Omgaan met grote onzekerheden | 11 |
| 5. Geleerde lessen bij toepassing in praktijksituaties | 11 |
| Functionaliteit en geleerde lessen doorrekening 48 archetypische netten | 11 |
| 5.1. LS-netrekenen met Gaia | 12 |
| 5.2. Rekenen met nieuwe Flex-metriek tools | 12 |
| 5.3. Functionaliteit en geleerde lessen doorrekening regionale netbeheerders | 13 |

1. Inleiding

Project

Elektrificatie is een essentieel onderdeel van de energietransitie in de gebouwde omgeving. Het gevolg zijn een toename van het aantal elektrische auto's, zonnepanelen, warmtepompen en elektrisch koken. De daarmee samenhangende groei van het elektriciteitsverbruik en opwekking leidt voor de netbeheerders tot grote uitdagingen in het voorkomen van netcongestie. Netverzwaring is de gangbare oplossing om netcongestie op te lossen, maar is door beperkte middelen – zoals kosten, doorlooptijd en beschikbaar technisch personeel – niet altijd haalbaar. Het op grote schaal inzetten van slimme flexibiliteitsdiensten (flex-diensten of kortweg flex) is een alternatief om de beschikbare netcapaciteit zo goed mogelijk te benutten. Daarnaast kan flex bijdragen aan betere lokale benutting van decentraal, duurzaam opgewekte elektriciteit.

In het GO-e consortium werken regionale netbeheerders, diensten- en technologieleveranciers, adviseurs en kennisinstellingen samen om onder andere te onderzoeken in hoeverre flex-diensten kunnen bijdragen aan een betere benutting van lokale energiebronnen en bijdragen aan reductie van (de toename in) piekbelasting van regionale netten. Regionale netbeheerders kunnen de analyseresultaten gebruiken om onderbouwd te beslissen of, wanneer, waar en hoe flex ingezet dient te worden om netcongestie te voorkomen.

Resultaat 4.2

Een belangrijk voorwaarde voor het maken van de afweging door een netbeheerder om al dan niet flex in te zetten is inzicht in (1) de aard van congestieproblematiek in het licht van de energietransitie en (2) de potentie van gecoördineerde inzet van flex in de gebouwde omgeving om deze problemen te verlichten of te verhelpen. In een eerder hoofdresultaat van GO-e werkpakket 4 is vastgelegd hoe verschillende modellen en databronnen die voor deelgebieden van deze hoofdvragen zijn ontwikkeld in samenhang gebruikt kunnen worden om een zo schaalbaar mogelijk inzicht te geven in congestieproblematiek en de potentie van flexibiliteit in laagspanningsnetten. Dit is toegelicht in deliverable 4.1 genaamd 'Functionele beschrijving en technische architectuur van de GO-e samenwerkende modellenketen', gepubliceerd in april 2023.

Sinds het opstellen van de functionele beschrijving en technische architectuur is de modellenketen verder vormgegeven en geïmplementeerd, en zijn hier ook LS-netten mee doorgerekend op congestie en flexibiliteitspotentie. Resultaat 4.2 richt zich op het beschrijven van de gemaakte ontwerp- en implementatiekeuzes sinds het opstellen van de technische architectuur deliverable 4.1, evenals de ervaring en geleerde lessen van de eerste toepassing van deze modellenketen op verschillende praktijkcases.

Doel

Dit rapport dient enerzijds als aanvulling op de ontwerpkeuzes en beoogde functionaliteit van de modellenketen zoals beschreven in D4.1, en anderzijds als beschrijving van de geleerde lessen bij de toepassing van de modellenketen in praktijksituaties.

Doelgroep

Deze systeembeschrijving is primair bedoeld als communicatiemiddel binnen en buiten het GO-e project: het creëren van een eenduidig beeld en gedragen ontwerp voor de WP4 GO-e verwerkingsketen. Ook staan hier de ervaringen met betrekking tot de praktijktoepassing in beschreven. Daarnaast is het document bedoeld als WP4 deliverable voor de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

1.1. Structuur

Dit rapport is opgebouwd als volgt. In hoofdstuk 2 staan een reeks referenties opgenoemd die verwijzen naar relevante documenten en bronnen zowel binnen als buiten het GO-e project. Hoofdstuk 3 beschrijft de functionele werking van de uiteindelijke GO-e modellenketen, met verwijzing naar Deliverable 4.1 voor de detailmatige invulling van de verschillende keten onderdelen. In hoofdstuk 4 staan (waar nodig) aanvullingen en nieuwe inzichten beschreven ten opzichte van het

eerdere D4.1 technische architectuurdocument op basis waarvan de keten is ontworpen en ontwikkeld. En afsluitend beschrijft hoofdstuk 5 de verschillende geleerde lessen vanuit de praktijktoepassingen van de modellenketen bij het doorrekenen van netten door het consortium en de betrokken netreken experts van regionale netbeheerders.

2. Referenties

In de onderstaande tabel zijn de bronnen vermeld waarnaar vanuit dit document wordt verwezen.

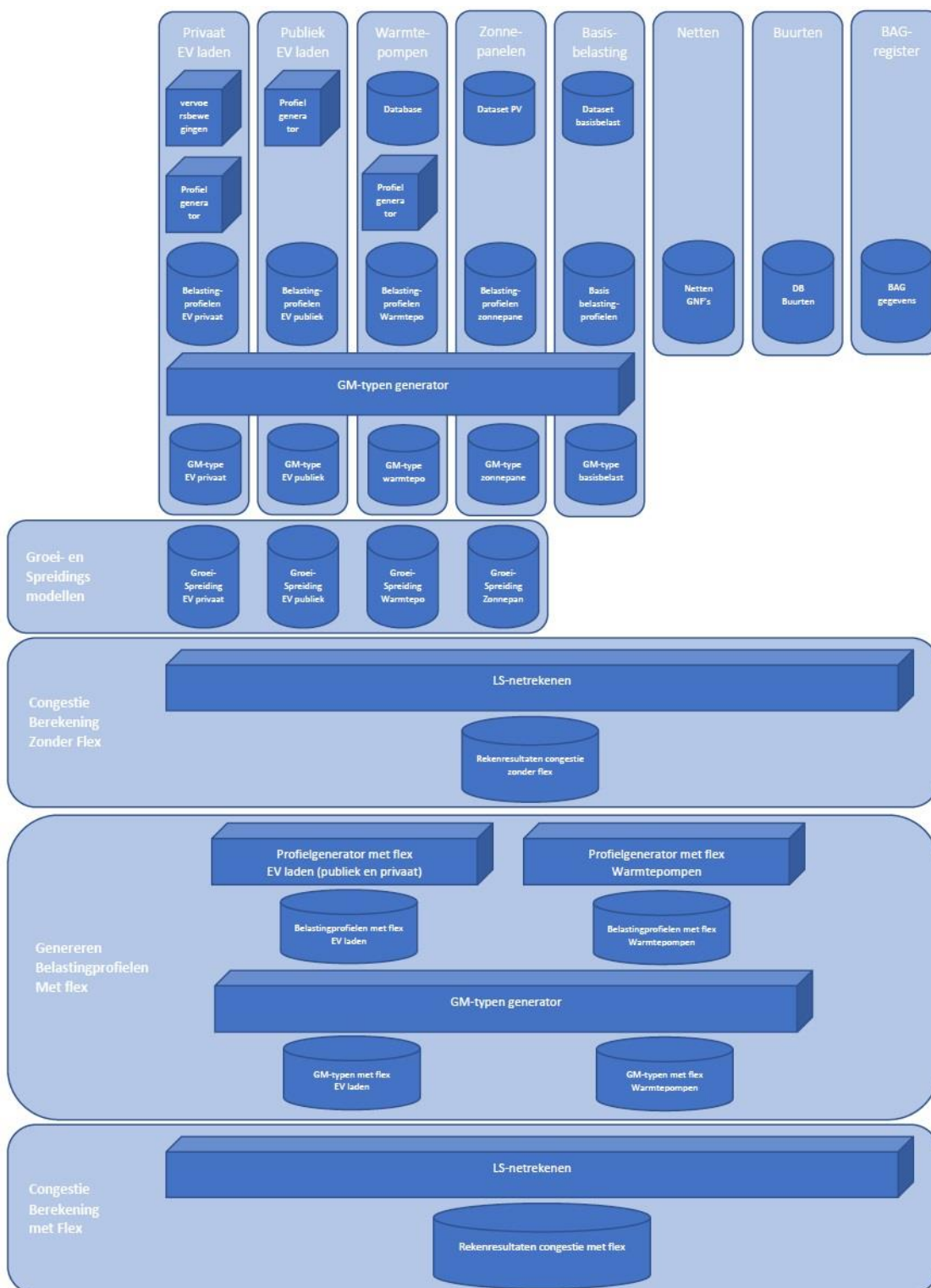
Tabel 1. Referenties

| Referentie | Brongegevens |
|---------------------------------|--|
| [D4.1] | Deliverable 4.1 Functionele beschrijving en technische architectuur van de GO-e samenwerkende modellenketen |
| Rapport Omgaan met Onzekerheden | Rapport Evaluating Large Uncertainties in Long Term Congestion Forecasts of LV Distribution Grids, TU Delft. |
| | |
| | |
| | |
| | |

3. Werking Modellenketen

Een schematisch overzicht van de volledige modellenketen zoals ontworpen en geïmplementeerd binnen GO-e WP4 is hieronder weergegeven. De functionele werking van deze keten wordt in dit hoofdstuk stapsgewijs beknopt beschreven. Een meer gedetailleerd beeld van de werking, evenals verschillende belangrijke ontwerpkeuzes staan beschreven in D4.1. In hoofdstuk 4 worden de verschillende nieuwe inzichten en wijzigingen ten opzichte van de technische architectuur (D4.1) beschreven.

Schematisch overzicht GO-e Modellenketen



Functionele beschrijving GO-e Modellenketen

3.1. Brondata

De GO-e modellenketen start met het samenbrengen van de verschillende databronnen voor toekomstbestendig rekenen aan congestie en flexibiliteit in LS-netten in Nederland. Een groot deel van deze bronnen staan bovenaan het schematische overzicht genoemd, en betreffen het genereren van toekomstbestendige belasting- en opwek-profielen voor de asset-types EV Laadpalen (privaat en publiek), Warmtepompen, Zonnepanelen, en de basisbelasting voor LS-netaansluitingen. Daarnaast zijn netmodellen nodig, de onderverdeling van de Nederlandse gebouwde omgeving in buurten, en buurt-gerelateerde informatie uit het BAG-register.

Privaat EV laden:

Om toekomstbestendige laadprofielen voor private laadpunten voor elektrisch vervoer te genereren wordt er gestart met het genereren van toekomstbestendige vervoersbewegingen door middel van het ALBATROSS model. Uit deze vervoersbewegingen worden via het AnyLogic model private laadsessies gegenereerd, welke in een database voor private EV laadprofielen worden opgeslagen. Voor later gebruik bij het berekenen van de flexibiliteitspotentie van privaat EV laden wordt ook contextinformatie van deze profielen opgeslagen.

Publiek EV laden:

Om toekomstbestendige laadprofielen voor publieke laadpunten voor elektrisch vervoer te genereren wordt er gebruik gemaakt van de ElaadNL Outlook Personenauto's, welke prognoses genereert voor hoe laadprofielen voor publiek EV laden er in verschillende groeiscenario's uit gaan zien. Deze profielen worden in een database voor publieke EV laadprofielen opgeslagen, evenals de contextinformatie voor deze profielen voor later gebruik bij het berekenen van de flexibiliteitspotentie van publiek EV laden.

Warmtepompen:

Toekomstbestendige belastingprofielen voor volledig elektrische en hybride warmtepompen worden gegenereerd op basis van verschillende factoren zoals type huis, soort warmtepomp, setpoint temperaturen van het huis, etc. Deze broninformatie is afkomstig uit o.a. de BAG-gegevens, een warmtemodel van TNO en referentiedata van warmtepompfabrikant Itho Daalderop. Door de warmtepomp-profielgenerator worden jaarprofielen voor warmtepompen opgesteld en opgeslagen in de database voor warmtepomp belastingprofielen. De contextinformatie voor later gebruik bij het berekenen van de flexibiliteitspotentie van warmtepompen wordt eveneens opgeslagen.

Zonnepanelen:

Opwekprofielen voor zonnepanelen zijn gebaseerd op een dataset met vermogens van PV inverters, waaruit PV-opwekprofielen zijn opgesteld en opgeslagen in de database voor PV-opwekprofielen.

Basisbelasting:

De basisbelastingsprofielen vertegenwoordigen het basisgebruik van huishoudens, zonder het verbruik/opwek van assets die apart gemodelleerd worden en zijn afkomstig van de dataset van Phase to Phase.

Netten:

De door te rekenen LS-netten zijn modellen in .GNF format, en representeren een digitaal model van de fysieke LS-netten van de regionale netbeheerders. Voor schaalbare doorrekening door een meervoud aan partijen zonder hierbij de privacy van individuele netaansluitingen te schenden zijn deze netten geanonimiseerd, en via een gegenereerde unieke ID te koppelen aan andere databronnen.

Buurten:

De gebouwde omgeving van Nederland is onderverdeeld in buurten, en deze database is ook nodig voor allocatie van gegevens, profielen en assets aan netten. Deze informatie is afkomstig van het CBS.

BAG-register:

Voor onder andere het genereren van warmtepompprofielen is er informatie nodig over gebouwen zoals bouwjaar, oppervlakte, isolatiewaarde, etc. Deze informatie afkomstig uit de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG).

3.2. Groei- en Spreidingsmodellen

Om toekomstscenario's door te kunnen rekenen op congestie en flexpotentie is het van belang om te weten waar verwacht wordt dat (flex) assets aan het net gekoppeld zullen zijn op het tijdstip van het door te rekenen scenario. Regionale netbeheerders maken regelmatig deze prognoses in de vorm van groei modellen (verwachtingen van aantallen assets per jaartal), en spreidingsmodellen (verwachtingen van geografische locatie van deze assets per aantal). Deze modellen vormen een essentiële schakel om de gebruiks- en opwekprofielen te kunnen koppelen aan de juiste netaansluitingen, zowel in aantallen als de verwachte locatie.

Groei modellen:

Regionale netbeheerders maken eigen prognosemodellen voor de assets PV en Warmtepompen, en maken daarnaast gebruik van prognoses van ElaadNL voor EV laden (publiek en privaat). Deze prognoses zijn gebaseerd op verschillende toekomstscenario's uit o.a. het klimaatakkoord, internationale verdragen/doelstellingen, i3050 studies, etc. Deze modellen drukken uit in welk jaartal er welke hoeveelheden assets worden verwacht in Nederland.

Spreidingsmodellen:

Regionale netbeheerders maken ook eigen prognosemodellen voor PV, Warmtepompen en EV wat betreft de verwachte geografische spreiding van deze assets, gebruikmakend van specifieke prognosemodellen binnen de netbeheerorganisatie. Ook ElaadNL maakt spreidingsprognoses wat betreft EV, en deze worden in de modellenketen gebruikt om de spreidingsprognoses van de regionale netbeheerders te valideren. Deze spreidingsmodellen drukken uit waar de verwachting is dat assets komen te staan, bijvoorbeeld per buurt, PC-4 gebied of buurtarchetype.

3.3. LS-netrekenen zonder inzet van flexibiliteit

Het doorrekenen van LS-netten voor inzicht in congestie- en flexpotentie gebeurt binnen GO-e door middel van stochastische loadflow berekeningen in het netrekenmodel Gaia van Phase to Phase. Dit houdt in dat er op basis van statistiek wordt gerekend met belasting- en opwek- kansverdelingen, omdat niet elke asset altijd op dezelfde manier het net zal belasten, en dus op basis van statistiek moet worden vastgesteld hoe grotere hoeveelheden van assets zich in samenhang kunnen gaan gedragen. Bovendien maakt dit de rekenmethode meer schaalbaar en haalbaar wanneer er volledige netbeheer verzorgingsgebieden doorgerekend moeten worden.

Veel van de brondata gaat echter uit van deterministische data. Dit betekent dat deze belasting- en opwekprofielen van de assets grote hoeveelheden van 'echt' verwachte laad- en opwekprofielen zijn. Om hier stochastisch mee te kunnen gaan rekenen, moeten deze worden omgezet in een representatie van de kans waarop een bepaalde asset op een bepaald moment een bepaalde belasting of invoeding uitoefent op het net. Deze representatie noemen we een Kans-belastingprofiel, of een Gaussian-Mixture (GM) model.

Kans-belasting profielen

Om stochastische loadflow berekeningen uit te kunnen voeren door middel van het netrekenmodel Gaia moeten de sets aan belasting- en opwekprofielen worden omgezet in representatieve kans-belasting profielen voor de verschillende assets. Om dit te bewerkstelligen wordt gebruik gemaakt

van de GM-type generator van Phase to Phase die deze omzetting met grote hoeveelheden data tegelijkertijd kan uitvoeren. Na deze bewerkingsslag zijn de belasting- en opwekprofielen van deze assets beschikbaar in een kansbelastingprofiel per asset, eventueel per werkdag/weekenddag, maand, buurttype, etc.

Data-koppeling

Een impliciete functionele stap in de GO-e modellenketen is het koppelen van de databronnen met de Groei- en Spreidingsmodellen, voor de momenten (jaartallen) waarvoor een scenario wordt doorgerekend. Dit betreft dus het allokeren van belasting- en opwekprofielen van assets aan de juiste plek in de LS-netten, corresponderend met de verwachte aantallen die volgens de groei- en spreidings-modellen aan deze netten gekoppeld zouden moeten zijn. Wanneer deze koppelingen zijn gelegd kunnen de netten en brondata in samenhang in een Loadflow berekening worden doorgerekend.

Loadflow berekening zonder flexibiliteit

In de netrekensoftware Gaia kan na eerder genoemde functionele stappen een loadflow berekening worden uitgevoerd zonder de inzet van flexibiliteit, om vast te kunnen stellen of er sprake is van overbelasting, en wat voor karakter deze eventuele overbelasting heeft (zwaarte en lengte van de overbelasting). Wanneer er geen overbelasting plaatsvindt in het doorgerekende scenario is er geen noodzaak om flexibiliteitsinzet te overwegen. Wanneer deze wel plaatsvindt wordt vastgesteld watvoor karakter deze heeft door middel van kenmerken te registreren zoals het startmoment van de congestie, de zwaarte van de congestie en de congestieduur.

3.4. LS-netrekenen met inzet van flexibiliteit

Wanneer er congestie is geconstateerd in de eerdere loadflowberekening, en de karakteristieken hiervan bekend zijn kan op basis van deze en andere informatie worden doorgerekend welk flexibel vermogen de inzet van flexibiliteit van onderliggende assets kan opleveren om de overbelasting weg te werken.

Bepalen welke assets in te zetten

Omdat het initiële doel van de modellenketen is om de maximale technische potentie van flexibiliteit te bepalen, worden alle elektrische voertuigen en warmtepompen die aan de netten gekoppeld zijn als flexibel beschouwd. Bij een onderzoek vervolg waarbij er meer select wordt omgegaan met de inzet van de flexibele vermogens van apparaten wordt in deze stap bepaald hoe deze assets mee te nemen in de flexibiliteit rekenslag.

Genereren van flex-profielen EV (publiek en privaat) en Warmtepompen

Omdat het opstellen van kans-belastingprofielen waar flexibele inzet van assets in verwerkt zit moet gebeuren op basis van exact dezelfde gegenereerde profielen die in de eerder genoemde stap "brondata" zijn opgesteld, wordt vastgesteld welke asset types en gerelateerde profielen zijn gebruikt om de kans-belasting profielen op te stellen die onderliggend zijn aan de geïdentificeerde congestie (bijvoorbeeld, warmtepompprofielen voor vrijstaande woningen wanneer de congestie ook is geconstateerd in een 'vrijstaande woningen' LS-net.). Deze worden opgehaald uit de eerder opgeslagen context-data, en dienen als basis om op basis van de 'flexmetriecken' deze profielen aan te passen zodat er wordt gecorrigeerd voor flexibele inzet van deze belastingen. Deze aangepaste profielen worden opgeslagen als nieuwe brondata voor de belastingprofielen waar flexibiliteit in is verwerkt.

Kans-belastingprofielen met flex

Wederom worden de belastingprofielen, ditmaal met de inachtneming van flexibele inzet, omgezet naar kans-belastingprofielen ('GM-typen') via de GM-type generator.

Loadflow berekening met flexibiliteit

Opnieuw wordt er een loadflow-berekening uitgevoerd in Gaia, maar ditmaal specifiek door op de locatie en op het moment dat er congestie is geconstateerd opnieuw vermogens uit de kansbelastingprofielen met flexibiliteit te sampelen, om zo te kunnen constateren of dit genoeg vermogen oplevert om de geïdentificeerde congestie weg te werken. Uit de resultaten in deze rekenstap kan worden geconstateerd of en in hoeverre inzet van flexibiliteit een oplossing kan bieden voor de geïdentificeerde congestie.

4. Herzieningen en aanpassingen van technische architectuur GO-e Modellenketen

De technische architectuur zoals vastgesteld en beschreven in D4.1 heeft als basis gediend voor de implementatie van de verschillende modelonderdelen en de werkende gehele keten. Bij de implementatie-iteraties zijn er door nieuwe inzichten enkele wijzigingen aangebracht in de functionele en technische architectuur ten opzichte van deze initiële technische architectuur. De wijzigingen ten opzichte van de technische architectuur zoals beschreven in D4.1 worden in dit hoofdstuk besproken.

4.1. Brondata

Warmtepompen:

In de Technische architectuur D4.1 werd er vanuit gegaan dat er voor de modellering van warmtepompen 200 profielen zouden worden gegenereerd. Uiteindelijk is bij de modellenketen ontwikkeling een aantal van 100 profielen aangehouden, omdat het genereren van 200 profielen voor alle huistype, gezinssamenstellingen, en seizoenen een tijdrovende rekentaak bleek te zijn. De keuze voor 100 profielen wordt nog steeds als representatief geacht voor de technische potentie van flexibiliteit.

Daarnaast is ook het controle-algoritme voor de bepaling van flex-profielen verfijnd, zodat er tijdens de congestie zo min mogelijk energie wordt verbruikt en de belasting wordt uitgesmeerd, terwijl buiten de congestie de belasting alleen zoveel mogelijk wordt uitgesmeerd.

Netten:

De technische architectuur D4.1 gaat met betrekking tot de LS-netten uit van een totaal aantal van 120 beschikbare netten. Dit getal kwam tot stand omdat er werd voorzien dat elke betrokken regionale netbeheerder voor het eigen verzorgingsgebied 5 LS-netten per buurtarchetype zou aanleveren.

In de implementatie van de modellenketen is ervoor gekozen om het onderzoek te richten op 48 'archetypische' netten, 2 LS-netten per archetype per regionale netbeheerder. Hoofddreden hiervoor was dat er voor deze 48 netten een gegarandeerde geografische 'match' was tussen de specifieke 'buurt' en het corresponderende 'postcode-4 gebied'. Dit was van belang om brondata die per postcode-4 beschikbaar was goed te kunnen relateren aan de specifieke LS-netten.

Buurten:

Zoals bij 'Netten' vermeld is het totaal aantal buurten naar beneden gebracht om een goede match met het corresponderende PC-4 gebied te kunnen garanderen.

Genereren van flex-profielen EV (publiek en privaat) en Warmtepompen

De flex-profielen worden gegenereerd op basis van een congestiemoment. Dit congestiemoment is eerder bepaald bij de netberekening zonder flex. Het congestiemoment wordt gebruikt als input voor het berekenen van voldoende flex-profielen om daaruit een GM-type te genereren. Behalve congestiemoment wordt ook geconfigureerd hoeveel uur er voor en na het congestiemoment met vraag geschoven mag worden (zogenaamde optimalisatie window). Op basis hiervan worden voor warmtepompen (per huistype) en thuisladen (per pc4 gebied) nieuwe profielen gegenereerd waarin

de flexmetriek wordt meegenomen. Doel is om zoveel mogelijk vraag uit het congestiegebied te 'drukken' naar andere momenten in het optimalisatie window. De gegenereerde profielen worden vervolgens omgezet naar GM-types met behulp van de GM-typegenerator.

4.2. Omgaan met grote onzekerheden

De modellenketen zoals ontworpen en beschreven in D4.1 is ontworpen om met *state of the art* methodes de belasting van huidige en toekomstige netten door te rekenen. Hierbij wordt onder andere rekening gehouden met de inherente variabiliteit van vraag zoals EVs en aanbod zoals bij Zon-PV. De variabiliteit in deze afname en injectie zijn in deze modellenketen op probabilistische wijze beschreven.

Naarmate de periode van analyse verder in de toekomst ligt, is er een zorg dat er onzekerheden zijn waarvan een probabilistische beschrijving ontbreekt, en waarvan wel te verwachten is dat ze een mogelijk grote impact op de resultaten hebben. Twee voorbeelden hiervan zijn:

- De gerealiseerde groei- en spreiding wijkt af van de projecties o.b.v. de groei- en spreidingsmodellen. Deze modellen geven projecties op basis van de best beschikbare gegevens, maar de daadwerkelijke uitrol van technologieën in een bepaald netwerk wordt sterk beïnvloed door technologische vooruitgang, marktontwikkeling en beleid (bijv. subsidies).
- Prikkel die het afname en injectieprofiel van consumenten (inclusief zogenaamd 'inflexibel' gebruik) beïnvloeden. Specifiek kan hierbij gedacht worden aan nieuwe connectiecontracten en netwerktarieven voor kleingebruikers die al enige tijd besproken worden.

In het kader van het voorzorgsprincipe dienen netbeheerders een beeld hebben van de impact van deze onzekerheden op de analyses. Omdat deze grote onzekerheden leiden tot een groot spectrum van mogelijke uitkomsten, is hiervoor een zeer groot aantal simulaties vereist. De rekenkost van dergelijke simulaties met de standaardmodellenketen is echter te hoog.

Er is daarom aanvullend onderzoek gedaan naar het gebruik van een versimpelde rekenmethode die zich – op basis van dezelfde brondata – richt op het inschatten van de belasting van transformatoren. Dit model is gevalideerd op basis van de volledige modelketen. Het is vervolgens gebruikt om robuustheidsmarges van de resultaten van de volledige modelketen te bepalen en voor een eerste studie naar de impact van verschillende netwerktarieven. Deze resultaten staan beschreven in het aanvullende rapport "Evaluating Large Uncertainties in Long Term Congestion Forecasts of LV Distribution Grids" en de daarin gerefereerde wetenschappelijke artikelen.

5. Geleerde lessen bij toepassing in praktijksituaties

De toepassing van de functionaliteit van de modellenketen is in GO-e op twee verschillende manieren getest. Eerst is door het consortium een doorrekening gedaan van de 48 archetypische LS-netten op congestie en flexibiliteit om de werking van de keten te testen, benodigde aanpassingen uit te voeren, en tot een werkende demonstratie te komen van hoe de keten in samenhang inzicht kan bieden aan netbeheerders. Vervolgens is de modellenketen toegepast door specialisten van de betrokken regionale netbeheerders de functionele ervaringen te kunnen combineren met praktijkervaring door experts: Of en hoe verschilt en verrijkt de modellenketen van de huidige interne praktijk op het gebied van congestie- en flexberekeningen, en welke waarde bieden de inzichten, en welke vervolgstappen zijn er nodig om van deze keten naar betere schaalbaar en toepasbare oplossingen voor netbeheerders te komen. Deze lessen worden in dit hoofdstuk in deze twee fases beschreven.

Functionaliteit en geleerde lessen doorrekening 48 archetypische netten

De geleerde lessen als gevolg van het netrekenen door het GO-e consortium staat hieronder beknopt beschreven.

5.1. LS-netrekenen met Gaia

Selecteren specifieke dagen om te berekenen

Om een representatieve berekening uit te voeren met een zo kort mogelijke doorrekeningstijd kan het is de LS-netreken tool (Gaia) worden geselecteerd op basis van welke weekdays/weekenddagen de berekening moet worden uitgevoerd, te selecteren per week. Het is goed om rekening te houden met welke dagen doorgerekend moeten worden met betrekking tot de analyse en vergelijking van de resultaten. Een goede keuze voor welke dagen nuttig zijn om door te rekenen is daarmee vooraf erg van belang, bijvoorbeeld de kwartierwaarden van één werkdag en één weekenddag van alle maanden in het jaar (96 kwartieren op een dag x 2 dagen x 12 maanden = 2304 tijdstippen).

Bij congestiemomenten in de avond zal de potentiële flex uit EV's door de nacht heen gaan. Echter is het in de LS-netreken tool niet mogelijk om twee opeenvolgende dagen door te rekenen voor dit precieze beeld. Dit zou voor deze toepassing een nuttige functionele doorontwikkeling zijn.

Rekentijd

Omdat de uiteindelijke 'gekoppelde' databestanden (LS-netten met gekoppelde groei- en spreidingsmodellen met de verschillende toekomstbestendige belastingprofielen) een grote omvang hebben, met name bij grotere en complexere netten, kan de tijd die nodig is om hier een stochastische loadflow berekening voor uit te voeren oplopen. Dit kan voor de grotere netten meerdere uren duren (bijvoorbeeld 2-6 uur voor 2304 tijdstippen). Dit is in praktijk niet werkbaar voor netrekenaars. Het doorrekenen van een geselecteerde dag in het jaar voor een groot LS-net duurt slechts enkele minuten, dus het aanpassen van de scope van individuele doorrekeningen was tijdens het project een werkbare tussenoplossing. Er zijn veel oplossingsrichtingen om de rekestijd van deze toepassing te versnellen, maar deze zijn binnen het project niet verder doorontwikkeld.

Resultaten

Het exporteren van de rekenresultaten is een handmatige activiteit nadat de berekening is afgerond, en resultaten worden niet automatisch opgeslagen. Het is mogelijk om bepaalde parameters te selecteren om te exporteren, bijvoorbeeld alleen de transformatoren in een LS-net. Dit is handig voor grotere netten, waarbij het exportbestand soms te groot kan zijn met alle parameters.

Importeren van nieuwe flexprofielen

Voor elk congestiemoment uit de doorrekening van LS-netten worden nieuwe flexprofielen aangemaakt voor de verschillende flex-assets. Deze worden vervolgens weer samengevoegd in een GM-type via de GM-type generator. Deze resulterende GM-typen moeten worden toegevoegd aan een excel-bestand, dat wordt uitgelezen in Gaia. In dit proces is het handig om voor elke nieuwe set aan profielen een nieuwe GM-type bestand (.xism) aan te maken en in te lezen, echter betreft dit nu veel handmatige handelingen en kost daarmee veel tijd voor een relatief eenvoudige verwerkingsstap. Dit zou voor deze toepassing een nuttige functionele doorontwikkeling zijn.

5.2. Rekenen met nieuwe Flex-metriek tools

Congestiemoment selecteren

Wanneer er congestie wordt vastgesteld in de rekenresultaten moet bepaald worden hoe flex-assets ingezet zullen worden.

Wat betreft de warmtepompen lieten de rekenresultaten zien dat het kiezen van een langere periode van inzet voor en na het congestiemoment (bijvoorbeeld 6 uur voor en 18 uur na het congestiemoment) de grootste kans op haalbare resultaten lieten zien omdat de vrijheid voor de warmtepomp om vermogen uit het congestiemoment 'weg te regelen' wordt vergroot. Tegelijkertijd neemt met zulke langere periodes ook de rekestijd sterk toe. Ter indicatie, 100 profielen opstellen

kost gemiddeld 20 seconden, dus wordt daarmee al wel als werkbaar geacht. Hier moet een bewuste afweging in worden gemaakt, en eventueel op worden doorontwikkeld.

Wat betreft elektrische voertuigen kunnen deze in praktijk meestal niet voor het congestiemoment geladen worden, dus wordt de vraag vrijwel uitsluitend na het congestiemoment verplaatst. Dit wordt als aanname in het model gebruikt, en wordt ingeschat als realistisch omdat er in veel gevallen gebruik kan worden gemaakt van een gehele oplaad-nacht (veel EV's staan de hele nacht aangesloten).

Huistypen selecteren

De toewijzing van correcte warmtepompprofielen is afhankelijk van het huistype. Er is voor gekozen om alleen huizen vanaf 1975 te kiezen, omdat er van kan worden uitgegaan dat er geen warmtepomp geïnstalleerd zal worden in hele oude huizen. Verder onderzoek kan uitwijzen of berekeningen kunnen worden samengevoegd voor alle huistypen tegelijk.

Rekentijd

Het berekenen van nieuwe flexprofielen kan lang duren (meerdere uren voor een enkel congestiemoment), met name bij warmtepompen. De wiskundige berekeningen die hieraan ten grondslag liggen zijn soms te complex om te optimaliseren, waardoor er soms onhaalbare oplossingen uitkwamen. Dit is nu wel opgelost.

Automatiseren

Het doorrekenen van flexprofielen per congestiemoment is nu een handmatig proces, en hier zou automatisering een verbetering in betekenen zodat er voor meerdere congestiemomenten tegelijk profielen gegenereerd kunnen worden. Ook zou het invoeren van nieuwe GM-typen op basis van de nieuwe flexprofielen in Gaia geautomatiseerd kunnen worden.

5.3. Functionaliteit en geleerde lessen doorrekening regionale netbeheerders

De geleerde lessen als gevolg van het netrekenen door specialisten binnen regionale netbeheerorganisaties staat hieronder beknopt beschreven. Deze doorrekeningen zijn door deze netrekeningspecialisten uitgevoerd die tot op dat punt veelal niet bekend waren met het GO-e project, en dus nog niet direct betrokken waren geweest bij het ontwerpproces. Op deze manier kon er met nieuwe ogen door specialisten die bekend zijn met netrekenen in hun dagelijks werk worden gekeken naar de toegevoegde waarde, de functionele werking, de overdracht van modellen, data en tools, evenals de verbeterpunten voor verdere ontwikkeling.

Toegevoegde waarde van huidige modellenketen

De keten als geheel, evenals de verschillende losse keten-elementen voegen inzichten toe aan reeds bestaande netrekenmogelijkheden binnen de verschillende netbeheerorganisaties. Door de verschillende loadflows van apparaten op LS-netten samen te brengen in een overzicht krijgen netrekenaars beter inzicht in zowel de omvang als de oorsprong van mogelijke netproblematiek. Ook biedt het overzicht dat de rekenresultaten van de modellenketen inzicht en aanleiding tot vervolgonderzoek voor verschillende afdelingen binnen de netbeheerorganisaties die betrokken zijn bij ontwerp en instandhouding van LS-netten.

Ook verschillende ontwikkelde onderdelen van de modellenketen bieden directe waarde aan de netrekeningspecialisten. Zo zijn de GM-typen die uit de flex metriek tools komen direct van aanvullende waarde ten opzichte van de reeds beschikbare data binnen netbeheerorganisaties, evenals de beschikbaarheid van zowel reguliere- als flexprofielen van de verschillende type assets. Ook zijn

onderliggende aannames voor de verschillende tools interessant voor verschillende netbeheerafdelingen om eigen aannames te toetsen en aan te scherpen.

Functionele beperkingen van huidige modellenketen

De huidige modellenketen en afzonderlijke modules kent nog verschillende functionele beperkingen die directe opschaling en uitrol hiervan bemoeilijken, en dus aanleiding geven voor verder onderzoek en doorontwikkeling. Door de complexe aard en omvang van de stochastische loadflowberekeningen bij (met name) grotere LS-netten kan een doorrekening in GAIA lang duren, wat toepassing op grote schaal lastig maakt. Ook behoeft de keten op bepaalde punten nog een aantal handmatige stappen, waardoor er ook beperkingen ontstaan voor opschaalbaar doorrekenen van netten. Zo kost het prepareren van de flexprofielen nu nog te veel tijd, en zou de toepassing van de flex metriek tools verbeterd worden door de flexprofielen voorbereid en al in te kunnen laden voor de loadflowberekening.

Voor toepassing van de modellenketen is op dit moment ook nog veel kennis nodig wat betreft Python en Gaia, welke op dit moment nog beperkt aanwezig is bij netarchitecten en rekenaars. Daarom is het moeilijk om de huidige versie aan tools breder binnen de netbeheerorganisatie te implementeren. Daarnaast behoeft de installatie van de verschillende tools nog een mate van administratorrechten op werkstations die niet altijd aanwezig is, door bijvoorbeeld C++ dependencies voor de warmtepomp metrieken en interactie tussen Git Bash en Python bij de EV metrieken.

Een koppeling met Phase to Phase Vision Cloud Solution zou de toepassing mogelijk makkelijker maken door bovenstaande beperkingen rondom doorrekentijden, handmatige handelingen en afhankelijkheden met verschillende softwaretools te verhelpen. Daarmee zou onder andere met een aantal vaste aannames, zoals over de flex windows, een grootschaliger gevoel krijgen voor de potentie van flexibiliteit. Dit zou echter wel een andere opzet van de tooling vragen ten opzichte van de huidige opbouw van de modellenketen.